

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Уральский государственный университет им. А.М. Горького»

ИОНЦ «Экология природопользования»

химический факультет

кафедра высокомолекулярных соединений

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

**ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ
ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Екатеринбург
2007**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Уральский государственный университет им. А.М. Горького»

ИОНЦ «Экология природопользования»

химический факультет

кафедра высокомолекулярных соединений

**ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ
ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Программа дисциплины

Руководитель ИОНЦ

доцент, к.б.н.

_____ Радченко Т.А.

«__» _____ 2007 г.

**Екатеринбург
2007**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ИОНЦ
«Экология природопользования»
_____/Радченко Т.А./
(подпись)

(дата)

Программа дисциплины «Проблемы экологии производства и применения полимерных материалов» составлена в соответствии с требованиями регионального (вузовского) компонента к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки:

бакалавра по специальности «Химия», 510500

по циклу «СД/ДС/ФТД/ДНМ/СДМ/НИРМ» государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

Специализация «Химия окружающей среды и химическая экспертиза», 011030

Семестр восьмой

Общая трудоемкость дисциплины 115, в том числе:

Лекций – 36

Лабораторные занятия - 24

Контрольные мероприятия:

Рефераты - 6

Коллоквиумы - 5

Авторы:

Лирова Белла Ивановна, к.х.н., доцент, кафедра высокомолекулярных соединений, УрГУ;

Суворова Анна Исааковна, д.х.н., профессор кафедра высокомолекулярных соединений, УрГУ;

Рекомендовано к печати протоколом заседания

Экспертно-конкурсной комиссии ИОНЦ

«Экология природопользования»

от _____ № _____
(дата)

Согласовано:

Зав.кафедрой высокомолекулярных соединений

(название кафедры, реализующей данную дисциплину)

_____/Вшивков С.А./
(подпись) Ф.И.О.

« ____ » _____ 2007г.

© Уральский государственный университет

© Лирова Б.И., Суворова А.И., 2007 г.

I. Введение

Благодаря уникальным физико-химическим, конструкционным и технологическим свойствам полимерные материалы (ПМ) на основе различных пластмасс и эластомеров находят широкое применение в различных областях народного хозяйства и медицине. Полимерные материалы, как правило, являются многокомпонентными системами, так как для их создания используют кроме полимера различные компоненты (ингредиенты). Получение полимерных материалов, удовлетворяющих эксплуатационным требованиям применительно к данной отрасли промышленности, сельскому хозяйству, быту - является задачей технологии производства ПМ. Многокомпонентность ПМ часто приводит к тому, что производство ПМ, а также их практическое использование в ряде случаев осложняется нежелательным процессом выделения из материала вредных низкомолекулярных веществ. В зависимости от условий эксплуатации их количество может составлять до нескольких массовых процентов. В контактирующих с ПМ средах можно обнаружить десятки соединений различной химической природы. Создание и применение ПМ непосредственно или опосредованно связано с воздействием на организм человека, на окружающую производственную среду и среду обитания человека, а также на окружающую среду в целом. Последнее особенно важно после использования ПМ и изделий из них, когда отработанные материалы подвергаются захоронению в почве, а вредные вещества, высвобождающиеся при разложении полимерного материала, загрязняют почву, сточные воды, ухудшая тем самым состояние окружающей среды. В этой связи необходимо обеспечить контроль экологической безопасности процесса создания полимеров и полимерных материалов, их эксплуатации и уничтожения отходов ПМ после их использования человеком.

Настоящий курс является частью инновационной программы «Экология природопользования», он направлен на формирование современного подхода к вопросам эксплуатации полимерных материалов и

изделий. Курс рассчитан на студентов, специализирующихся в области охраны окружающей среды, имеющих базовое химическое образование, а также на студентов - биологов и физиков, в базовом образовании которых химия занимает заметное место, что позволяет считать их достаточно подготовленными к восприятию материала курса. Курс также может быть рекомендован для слушателей – производителей, работающих на предприятиях, занимающихся получением изделий из полимеров. В этом случае курс будет способствовать повышению квалификации работников промышленности.

1. Цель курса состоит в выработке систематических знаний в области экологии производства и использования полимерных материалов.

2. Задачами курса являются: изложение основ технологии переработки полимеров в современные важнейшие эластичные (резины) и твердые материалы (пластмассы), пленочные материалы, волокна, композиты; знакомство с санитарно-химическими характеристиками полимерных материалов и современными физико-химическими методами их оценки; особенностями санитарно-химического анализа ПМ в воздушной и жидких средах; с основами создания экологически надежных полимерных композиций, гарантирующих безопасность их использования в быту и на производстве.

3. Материал курса предполагает хорошее знание ранее прослушанных студентами общих курсов "Химия высокомолекулярных соединений", "Физические методы исследования" и спецкурса "Методы исследования полимеров". Для студентов, специализирующихся в области охраны окружающей среды в рамках программ биологического и физического факультетов, предлагаемый материал можно рассматривать как один из вариантов повышения квалификации для углубления знания по специальности. Для работников разных отраслей производства, связанных с использованием изделий из полимерных материалов, курс позволит углубить представления о превращениях, сопровождающих эксплуатацию изделий из

ПМ, и поэтому будет способствовать современному подходу к вопросам безопасности ПМ при их производстве и в процессе применения на практике.

Лабораторный практикум, сопровождающий настоящий курс, знакомит студентов с методами экологического контроля ПМ, основанными на применении одного из наиболее распространенных и информативных физических методов исследования - метода колебательной (инфракрасной) спектроскопии (ИК спектроскопии), а также с методами поведения ПМ после их использования при захоронении в почве, которое также не должно наносить вред окружающей среде.

4. В результате изучения курса и выполнения лабораторных работ у студента должна выработаться устойчивая связь между заложенными в материале свойствами и их проявлениями в реальных условиях эксплуатации, будут наработаны определенные навыки, необходимые для решения конкретных задач по оценке экологической надежности полимерного материала или изделия из него.

5. Настоящий курс является авторским, разработанным специально для будущих специалистов в области охраны окружающей среды и химической экспертизы. В отличие от курсов, представленных в других ВУЗах для специализаций подобного типа, которые занимаются главным образом анализом безопасности воздушной и водной среды, настоящий курс посвящен проблемам экологии производства и применения полимерных материалов, которые стали сегодня неотъемлемой частью жизни, быта современного цивилизованного общества, без которых не развивается практически ни одна отрасль современной промышленности.

II. Содержание курса

1. Темы и разделы курса, их краткое содержание.

Часть 1. **ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРОВ**

Вводный раздел этой части курса посвящен рассмотрению *основных современных путей синтеза полимеров*. Материал раздела основан на использовании ранее полученных базовых знаний в области химии полимерных высокомолекулярных соединений и наиболее важных свойствах таких веществ.

Реакции *полимеризации, поликонденсации* и способы их осуществления в технологии тяжелого органического синтеза: полимеризация и поликонденсация в массе жидкого или газообразного полимеров; проведение реакций в растворах, особенности процессов в зависимости от растворимости получаемого полимера в растворителе. Полимеризация в эмульсии, поликонденсация на границе раздела фаз. Сочетание синтеза и формования полимеров (на примере полимеризации полиметилметакрилата - органического стекла, при получении изделий из эпоксидных смол или феноло-альдегидных смол). Получение полимеров из полимеров в реакциях *полимераналогичных превращений* (на примере производных целлюлозы, поливинилового спирта).

Сравнительная экологическая оценка методов синтеза, используемых в технологии производства полимеров.

Получение материалов из полимеров. Полимеры и полимерные материалы (ПМ), общность и различие этих понятий. Необходимость введения различных компонентов (ингредиентов) для получения комплекса технологических, определяющих современный уровень производства, и эксплуатационных свойств материала. Важнейшие ПМ – резины, пластмассы, пленочные материалы, волокна, полимерные композиционные

материалы (ПКМ). Области температур их эксплуатации и области стабильности свойств ПМ различных типов.

1. ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ – РЕЗИН И РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

1.1. *Важнейшие современные каучуки. Подготовка каучуков к переработке.*

Каучуки общего назначения: изопреновый, бутадиеновый, бутилкаучук, сополимерные синтетические каучуки на основе бутадиена и стирола, этилена и пропилена и др. *Каучуки специального назначения:* нитрильные, фторсодержащие, акрилатные, карбоксилатные, уретановые, силоксановые, тиокولات и др. Термозластопласты

Влияние фазового и физического состояния каучуков на стадии их подготовительной обработки. Распарка кристаллизующихся каучуков, ее назначение и условия проведения. Пластикация каучуков, причины необходимости проведения этой технологической операции. Проведение пластикации на вальцах, в резиносмесителях, в котлах. Основные узлы устройства вальцов и смесителей. Контроль за процессом пластикации по оценке пластичности каучуков (по методам Карера, Дефо).

1.2. *Ингредиенты резиновой смеси*

Вулканизирующие агенты: сера, оксиды металлов, органические пероксиды, diaзосоединения. *Ускорители вулканизации:* тиурамы, гуанидины, сульфенамиды, дитиокарбонаты, их влияние на процесс вулканизации. *Активаторы* вулканизации, их роль в процессе сшивания каучука. Инертные и активные *наполнители* для каучуков разных типов. *Мягчители и пластификаторы*, примеры наиболее употребляемых в технике, их роль в создании качественной резиновой смеси. *Стабилизаторы* различного назначения (противостарители, антиоксиданты и др.) Неорганические и органические красители, используемые в производстве резин технического и бытового назначения..

1.3. *Смешение ингредиентов при производстве резин.*

Приготовление резиновых смесей в открытых (вальцы) и закрытых устройствах (резиносмесители). Возможность подвулканизации каучуков (скорчинг) при смешении и способы ее устранения. Контроль процесса смешения по физико-механическим показателям получаемой смеси: пластичности, твердости, плотности. Знакомство со стандартами, определяющими качество создаваемого ПМ. Государственные стандарты (ГОСТ) по определению свойств резиновых смесей.

1.4. Формование резиновой смеси в изделие

Основные способы формования резин: вальцевание, каландрование, шприцевание, прессование резиновых смесей. Типы каландров и их устройство. Каландровый эффект, способы его устранения. Шприцевание резиновых смесей для получения профильных заготовок. Устройство шприцмашины. Литьевые машины, их устройство. Типы прессов, их устройство. Прямое (компрессионное) прессование дискретных резинотехнических штучных изделий и крупногабаритных транспортёрных лент и пр. Давление и температура прессования. Сочетание формования и вулканизации сырой резиновой смеси в процессе прессования.

1.5. Вулканизация каучуков и современные представления о механизме процесса.

Серная вулканизация каучуков. Вулканизация каучуков органическими пероксидами, диазосоединениями, оксидами металлов, радиационная и термовулканизация. Механизм процесса. Образование сетки в каучуках. Резины и эбонитовые изделия. Изменение свойств каучуков в процессе вулканизации. Оптимум и плато вулканизации, их практическое определение. Сочетание вулканизации с формованием резиновой смеси в процессах литья под давлением, экструзии и прессования. Проведение вулканизации в котлах и автоклавах, термокамерах, их устройство. Анализ густоты полимерной сетки в вулканизированных резинах.

2. ПЕРЕРАБОТКА ПЛАСТМАСС В ИЗДЕЛИЯ

2.1. Термопластичные и термореактивные пластмассы.

Пластмассы общего назначения, конструкционные пластмассы, пластмассы, используемые в специальных областях техники (электронике, оптике и др.). Химическое строение важнейших, производимых промышленностью пластмасс (полиэтилены высокого и низкого давления, полипропилен, поливинилхлорид, полистирол, полиметилметакрилат, полиамиды, полиэферы, поликарбонат, политетрафторэтилен, фенолоальдегидные и эпоксидные смолы). Классификация пластмасс по областям их применения: общего назначения, конструкционные, для оптических устройств, строительного назначения, используемые в экстремальных условиях высоких температур, агрессивных сред) Основные области применения важнейших пластмасс

2.2. Подготовка пластмасс к переработке

Дробление, просев, сушка пластмасс и аппаратура, применяемая для их осуществления. *Ингредиенты*, используемые в производстве пластмасс и их назначение. *Отвердители*. *Наполнители* (порошкообразные и волокнистые, органические и неорганические). Роль структуры и поверхности наполнителя при производстве пластмасс. *Пластификаторы*. Учет сродства полимера и пластификатора при смешении. *Стабилизаторы*. *Красители*. Смешение пластмасс с пластификаторами, стабилизаторами, наполнителями, используемая для этого аппаратура.

2.3.. Формование изделий из термопластов

Экструзия пластмасс. Экструдеры, их типы. Устройство головки экструдера для формования пленок и различных по форме изделий. Экструзия с раздувом при получении различных полых формованных изделий из пластмасс. *Литье под давлением*. Термопластавтоматы. *Прессование* термопластичных и термореактивных пластмасс. Литьевое (трансферное) прессование. Отверждение олигомеров в процессе формования пластмасс. *Термоформование*. *Вакуумное и пневматическое формование*. Холодная штамповка пластмасс. *Ротационное формование* для

получения изделий из пластизолей (высоко пластифицированных полимеров). Роль релаксационных явлений при получении изделий из пластмасс.

2.4. Формование реактопластов в изделия.

Формование изделий на основе олигомеров. Реакционноспособные олигомеры. Отвердители. Условия отверждения пластмасс на основе различных типов олигомерных термореактивных смол. Использование пресспорошков в производстве термореактивных пластмасс (на примере фенолоальдегидных смол).

3. ПРОИЗВОДСТВО ПЛЕНОЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Физико-химические характеристики полимеров, влияющие на способность к переработке в пленки (температуры плавления, текучести, стеклования, температура начала интенсивного термического разложения, молекулярная масса). Получение пленок из расплавов и растворов. Получение пленок из фтороплата-4 как пример получения пленок из высокоплавких полимеров.

3.1. Получение пленок из расплавов полимеров. Экструзионное производство пленок. Получение рукавных пленок методом раздува расплава. Схема процесса и его особенности, влияющие на свойства готовых пленок. Возможность получения многослойных пленок из расплава при экструзии (соэкструзия), их значение в создании современных материалов для упаковки бытового и медицинского назначения.

3.2 Получение пленок из растворов (на примере получения пленок диацетата целлюлозы). Получение пленок поливом из растворов в хороших (в термодинамическом смысле) растворителях. Поливочная машина, качество подложки для формования пленок.

3.3. Особые случаи формования пленок: холодное прессование с последующим спеканием при формовании фторопластов. Прокатка пленок.

Склейка, горячая и холодная штамповка изделий из пленочных материалов и пластмасс.

Экологическая сравнительная оценка способов получения пленочных материалов.

4. ПРОИЗВОДСТВО ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

4.1 *Типы химических волокон.*

Полимеры, применяемые в промышленности для производства волокон: природные, искусственные, синтетические. Волокна общего и специального назначения. Целлюлозные природные волокна, волокна на основе химических производных целлюлозы; полиакрилонитрил, полиамиды, полиэфиры, полипропилен - важнейшие полимеры для производства синтетических волокон. Волокна для текстильной промышленности, медицины, термостойкие, огнестойкие, сверхпрочные, ионообменные волокна.

4.2. *Формование (пряжение) волокон*

Влияние фазового и физического состояния полимеров на их способность к прядению волокна из расплава или раствора.

Формование волокон из расплава. Основные стадии формования: перевод полимера в вязкотекучее состояние, получение жидкой, расплавленной нити, отверждение нити, релаксация внутренних напряжений. Схема прядильной машины для формования волокон. Фильера, диаметр и форма отверстий фильеры. Фильерная вытяжка. Стадии и режимы формования волокон из расплава.

Формование волокон из растворов. Растворители, их влияние на структуру волокна. Экологическая безопасность их использования. Получение прядильных растворов. Роль фазового равновесия при приготовлении прядильных растворов. Физико-химические процессы, происходящие при прядении волокон из растворов. Сухое и мокрое прядение волокон. Устройство прядильной машины для мокрого формования (прядения).

Фильтр-палец, фильера. Прядильная ванна, модуль ванны и его влияние на свойства волокна. Ориентационная вытяжка волокон.

Формование волокон из гелей полимеров для получения высокомодульных волокон (на примере высокомодульных полиэтиленовых волокон).

Сравнительная экологическая характеристика различных промышленных методов получения волокон.

5. ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. *Типы композиционных полимерных материалов* (ПКМ) на основе смесей полимер-наполнитель и полимер-полимер. Роль взаимодействия компонентов при создании ПКМ. Композиционные материалы с порошкообразными наполнителями. Требования, предъявляемые к наполнителям. Создание высоконаполненных ПКМ. Армированные композиционные материалы с волокнистыми наполнителями. Волокна и связующие. Углеродное волокно, стекловолокно, хлопчатобумажные, синтетические волокна, асбест и др. в качестве компонентов ПКМ. Полимерные клеи и связующие на основе термопластичных и термореактивных полимеров, олигомеров, эластомеров, применяемые для создания ПКМ..

5.2 *Газонаполненные полимерные материалы* (ГМ), их классификация. ГМ: пеноэластомеры, пено- и поропласты, сотопласты. Газообразные, жидкие, твердые вспениватели. Порообразователи, их основные классы, предъявляемые к ним требования. Физико-химические факторы, влияющие на вспенивание полимеров. Технологические пути получения ГМ.

Создание экологически безопасных ПКМ материалов с использованием природных полимеров.

Основные области использования различных типов ПКМ в строительной, химической промышленности, для производства упаковочных

материалов, предметов бытового, медицинского назначения, элементов конструкций в космической технике.

Часть 2. ЭКОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

1. ПРИРОДООХРАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ, ПРОИЗВОДЯЩИХ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Система государственных стандартов. Нормирование вредных веществ в воздухе и воде. Классификация предельно допустимых концентраций (ПДК). Временно допустимые концентрации (ВДК). Ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ). Роль экологических нормативов при производстве и применении полимерных материалов (ПМ). Расчетные методы определения предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны предприятий и атмосферном воздухе.

Определение категории опасности предприятия. Классификация химически вредных веществ по степени опасности для организма человека. Нормирование примесей вредных веществ на территории предприятия, в санитарно-защитной зоне, в зоне жилой застройки.

Экологический паспорт предприятия. Обеспечение экологической безопасности производства полимерных композиционных материалов.

2. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Санитарно-гигиенические характеристики полимерных материалов (ПМ) и методологические подходы к их изучению. Токсикологические исследования полимерных материалов. Показатели токсичности. Краткая токсикологическая характеристика крупнотоннажных и конструкционных термопластов и их ингредиентов. Санитарно-химический анализ ПМ (определение качественного и количественного состава выделяющихся из

полимерных композиций вредных низкомолекулярных органических веществ). Задачи и проблемы санитарно- химического анализа ПМ.

Особенности оценки экологической надежности ПМ различного назначения (для пищевой промышленности, водоснабжения, строительства, сельского хозяйства, бытовых изделий и др.). Особенности применения и контроля экологической надежности ПМ медицинского назначения.

Организация службы контроля санитарно-гигиенических характеристик полимерных материалов и изделий на их основе.

3. МЕТОДЫ АНАЛИЗА ВРЕДНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, ВЫДЕЛЯЮЩИХСЯ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Методы анализа суммарного количества компонентов, мигрирующих из полимерных композиций при эксплуатации. Органолептические показатели ПМ и их оценка. Интегральные характеристики выделяющихся из ПМ веществ и методы их определения.

Методы определения химической природы индивидуальных веществ, входящих в состав полимерного композиционного материала (мономеров, растворителей, стабилизаторов и др.), выделяющихся из ПМ. Методы пробоподготовки при определении вредных органических загрязнителей мигрирующих из ПМ. Химические методы анализа. Роль современных физических и физико-химических методов анализа в оценке санитарно-гигиенических показателей и экологической надежности ПМ. Роль кинетических исследований миграции низкомолекулярных веществ из ПМ.

Проблемы организации экологического контроля ПМ.

4. САНИТАРНО - ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЖИДКИХ СРЕДАХ

Методологические подходы к изучению санитарно-химических свойств ПК в жидких средах. Сложность анализа ПМ для пищевой промышленности. Модельные среды, имитирующие пищевые продукты.

Условия экстракции низкомолекулярных компонентов из ПМ пищевого назначения.

Критерии безвредности применения ПМ в жидких средах. Расчет концентрации химических веществ в водных вытяжках ПМ.

Результаты санитарно-химического анализа полиолефинов, работающих в жидких средах; состав выделяющихся веществ, наиболее токсичные компоненты. Методы определения в водных и модельных средах следов катализаторов, растворителей и некоторых целевых добавок к полиолефинам.

Санитарно-химический анализ пластмасс на основе стирола. Методы определения мономера и пластификаторов в водных вытяжках полистирольных пластиков. Анализ модельных сред, контактирующих с ПМ (на примере поливинилхлорида).

5. ОСОБЕННОСТИ САНИТАРНО - ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ

Летучие продукты термической и термоокислительной деструкции синтетических полимеров и пластмасс. Аппаратура и методики изучения продуктов деструкции ПМ. Принципы и методы санитарно-химического анализа веществ, выделяющихся из ПМ в воздушную среду. Санитарно-химические и токсикологические исследования летучих продуктов деструкции полиолефинов, полистирола, поливинилхлорида. Летучие продукты механо- и термодеструкции пластмасс.

6. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ НАДЕЖНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Причины миграции низкомолекулярных соединений из ПМ. Механизм и кинетика миграции летучих веществ из пленочных ПМ. Влияние температуры и природы контактирующей среды на процессы массопереноса в ПМ. Влияние химического строения макромолекул, структуры,

физического и фазового состояния полимеров на диффузионные свойства мигрантов. Миграция низкомолекулярных веществ с высокой и низкой летучестью. Вклады летучести и диффузии в процессы миграции низкомолекулярных соединений в контактирующие с ПМ среды. Взаимосвязь процессов миграции и проницаемости ПМ.

Обеспечение экологической надежности ПМ в процессе производства и эксплуатации. Роль *входного контроля* исходного сырья. Оценка термической стабильности ингредиентов ПМ. Влияние состава ПМ, химической природы компонентов, технологических параметров процессов производства ПМ на миграцию из них низкомолекулярных веществ. Оптимизация технологических режимов и составов ПМ. Зависимость выделения вредных летучих продуктов от условий эксплуатации ПМ (температурно-временные воздействия, действие УФ света, различных видов излучения, жидких сред и др.). Процессы миграции из ПМ при атмосферном давлении и при термовакуумном воздействии.

Пути улучшения санитарно-гигиенических свойств ПМ. Способы снижения уровня миграции низкомолекулярных соединений из ПМ. Стабилизация процессов миграции пластификаторов из ПМ.

Моделирование процессов миграции низкомолекулярных веществ в воздушную и жидкую среды. Прогнозирование экологической надежности ПМ при различных условиях эксплуатации.

2. Темы лабораторных занятий.

1. Определение химического строения пластификаторов методом ИК спектроскопии.
2. Определение типа наполнителя и его химического состава по ИК спектрам.
3. Идентификация полимерной основы композиционного полимерного материала методом ИК спектроскопии.

4. Определение химического строения выделяющихся из полимерных композиций низкомолекулярных веществ методом ИК спектроскопии и расчет коэффициента диффузии мигрантов.

5. Изучение кинетики биоразложения пленок полимеров во влажной среде.

3. Примерный перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы.

1. Полимеризация и поликонденсация в массе мономера. Принципиальные технологические схемы осуществления этих процессов в технике. Рассмотреть на конкретных примерах.

2. Достоинства и недостатки методов синтеза полимеров из мономеров в растворах, в эмульсии, на границе двух несмешивающихся фаз. Способы выделения полимера из реакционной среды. Достоинства и недостатки процессов с точки зрения их экологической безопасности.

3. Получение полимеров из полимеров. Технологические способы осуществления процессов и их экологическая оценка (на примере получения поливинилового спирта и диацетатов целлюлозы).

4. Основные ингредиенты, используемые при формовании эластомеров и пластмасс. Их назначение и механизм действия.

5. Вулканизация резиновых смесей, механизм вулканизации эластомеров серой и пероксидами. Отверждение термореактивных пластмасс (на примере фенолоальдегидных смол и полиэпоксидов). Осуществление этих процессов в технологии получения резин и изделий из реактопластов.

6. Экструзия пластмасс как важнейший метод получения изделий из пластмасс. Принципиальное устройство экструдеров. Экструзия для получения сплошных и полых изделий из пластмасс, пленочных материалов различного типа.

7. Различные способы формования волокон из расплавов и растворов.

8. Показатели, по которым в РФ оценивается экологическая безопасность полимерных материалов (ПМ). Особенности оценки экологической безопасности ПМ различного назначения
9. Основные задачи санитарно-химического анализа ПМ. Чем обусловлена сложность проведения санитарно-химических исследований ПМ?
10. Особенности оценки экологической надежности ПМ медицинского назначения.
11. Показатели токсичности низкомолекулярных органических соединений, выделяемых из полимеров при их переработке и эксплуатации. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в рабочей зоне предприятий, атмосферном воздухе и санитарной зоне.
12. Санитарно-гигиенические нормативы ПМ при их эксплуатации. По каким показателям контролируются санитарно-гигиенические свойства ПМ, используемых на воздухе и в жидких средах
13. По каким показателям оценивается общее содержание веществ, выделяющихся из ПМ веществ. Каковы важнейшие методы их определения?
14. Какими методами определяется химическая природа индивидуальных низкомолекулярных веществ, выделяющихся из ПМ? Какова роль кинетических исследований процессов миграции низкомолекулярных веществ из ПМ? (Рассмотреть на примерах изделий из пластифицированного ПВХ, полиэтиленов высокой и низкой плотности (ПЭНП, ПЭВП), полипропилена).
15. Влияние температура и природы контактирующей среды на механизм выделения компонентов (миграции) из ПМ. Качественный и количественный состав летучих продуктов термоокислительной деструкции полиэтилена низкого и высокого давления и полипропилена, их токсикологическое действие. Определение наиболее опасных компонентов, выделяющихся из полимеров (полиэтиленов различного типа (ПЭНП, ПЭВП) и полипропилена) в водные и жидкие модельные среды различными физическими и физико-химическими методами.

5. Примерный перечень вопросов к экзамену.

1. Основные ингредиенты, используемые при производстве резин и пластмасс. Процесс смешения ингредиентов с полимерами. Типы смесителей, режимы смешения.
2. Композиционные материалы, их типы. Наполнители связующие. Механизм усиления полимерных композитов. Способы формования полимерных композиционных материалов и области их применения
3. Литье эластомеров и пластмасс под давлением. Прессование полимеров, типы прессов, пресс-формы, условия и режимы прессования.
4. Каландрование резин. Типы каландров, режимы процесса каландрования, ориентационные эффекты. Каландрование в производстве изделий из пластмасс.
5. Вулканизация эластомеров в технике. Условия и режимы процесса. Механизм вулканизации. Влияние вулканизации на свойства резин.
6. Экструзия и шприцевание при производстве резиновых смесей и изделий из пластмасс. Получение монолитных и полых изделий из полимерных материалов методом экструзии.
7. Полимерные пленочные материалы. Способы их получения из расплава и растворов. Сравнение экологической чистоты различных способов производства пленок.
8. Волокна, их классификация. Синтетические волокна, формирование их из растворов и расплавов. Влияние различных факторов на процесс формирования волокна. Примеры технологических процессов формирования волокон, оценка их экологичности.
9. Санитарно-гигиенические характеристики полимерных материалов.
10. Токсикологические исследования полимерных материалов (показатели вредности химических веществ, первичная оценка и полное токсикологическое исследование).
11. Санитарно-химический анализ полимерных материалов (задачи, сложность анализа и проблемы).

12. Интегральные характеристики выделяющихся из полимерных материалов веществ и методы их определения.
13. Особенности оценки экологической надежности полимерных материалов (ПМ) различного назначения. Токсикологическая характеристика некоторых ПМ.
14. Нормирование вредных веществ в воздухе и в воде. Роль санитарно-гигиенических нормативов при производстве и применении полимерных материалов.
15. Расчетные методы определения ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе населенных мест.
17. Особенности применения и контроля экологической надежности полимерных материалов медицинского назначения.
18. Санитарно-химический анализ полимеров в жидких средах (сложность проблемы, критерии безвредности, этапы анализа в зависимости от условий эксплуатации, расчет концентраций веществ в вытяжках). Особенности анализа полимеров в воздушной среде.
19. Роль физико-химических методов в определении индивидуальных веществ, мигрирующих из полимерных материалов ПМ (их достоинства и недостатки в оценке экологической надежности ПМ).
20. Организация службы контроля санитарно-гигиенических свойств полимерных материалов (ПМ). Недостатки санитарно-химических исследований ПМ. Пути улучшения экологической надежности ПМ.

III. Распределение часов курса по темам и видам работ

№ п/ п	Наименование разделов и тем	Учебный план, часов			
		Аудиторные занятия		Самосто я тельная работа	Итого по темам
		Лек- ции	Лабо- ратор- ные рабо- ты		
1	Основы технологии синтеза полимеров	4		8	12
2	Основы технологии получения резиновых смесей и резин	3		6	9
3	Основы технологии переработки пластмасс и пленочных материалов	8		10	18
4	Основы технологии получения волокон	3		5	8
5	Оценка экологической надежности полимерных материалов (ПМ)	4	5	5	14
6	Методы контроля выделяющихся из ПМ низкомолекулярных веществ	3	5	6	14
7	Санитарно-химический анализ ПМ в жидких средах	4	5	6	15
8	Особенности санитарно химического анализа ПМ в воздушной среде	4	5	5	14
9	Создание экологически безопасных ПМ	3	4	4	11
	<i>Всего:</i>	36	24	55	115

IV. Форма итогового контроля

Экзамен

V. Учебно-методическое обеспечение курса

1. Рекомендуемая литература:

ОСНОВНАЯ

1. Основы технологии переработки пластмасс. Под ред. В.Н. Кулезнева, М.: Высшая школа, 1995, 527с., 2004, 600с.
2. Кирпичников П.А., Аверко-Антонович С.А., Аверко-Антонович Ю.О. Химия и технология синтетического каучука. Л.: Химия, 1987, 424с.
3. Технология пластических масс. Под ред. В.В. Коршака. М.: Химия, 1985, 560с.
4. Юркевич В.В., Пакшвер А.Б. Технология производства химических волокон. М.: Химия, 1987, 302с.
5. Шефтель В.О. Полимерные материалы. Токсические свойства. Л., Химия 1982, 240с.
6. Майстренко В.Н., Ключев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. М., БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004, 323с.
7. Шефтель В.О., Катаева С.Е. Миграция вредных химических веществ из полимерных материалов. М., Химия, 1978, 168с.
8. Гуричева З.Г., Петрова Л.И. Сухарева Л.В. Санитарно - химический анализ пластмасс Л., Химия, 1987, 270с.
9. Калыгин В.Г. Промышленная экология. М., АСАДЕМА, 2006, 432с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

10. Дмитриев М.Т. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде. М., Химия, 1989, 367с.
11. Холмс-Уолкер В.А. Переработка полимерных материалов. М.: Химия, 1979.

12.Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек, М., Фаир-Пресс, 2003, 560с.

13.Купцов А.Х., Жижин Г.Н. Фурье-КР и Фурье-ИК спектры полимеров. М., Физматлит, 2001, 657с.

VI. Ресурсное обеспечение

1. Лаборатория инфракрасной спектроскопии.

2. Приборная база, лабораторное оборудование, материалы.

Инфракрасный спектрометр Specord-75-IR, приставка НПВО к ИК-спектрометру; термовакуумная камера, разработанная на кафедре высокомолекулярных соединений, для изучения кинетики процесса миграции низкомолекулярных веществ, выделяющихся из полимерных материалов, и определения химической природы мигрантов методом ИК спектроскопии; кюветы разборные и неразборные для съемки спектров твердых веществ, жидкостей и растворов; кюветы для съемки ИК спектров газов; прокладки для обеспечения различной толщины снимаемых ИК спектров исследуемых веществ; держатели для кювет; агатовая ступка с пестиком для получения ИК спектров твердых веществ; пресс-формы для получения таблеток из КВг; пипетки, колбы, чашки Петри и другая химическая посуда; аналитические весы LB-105, сушильные и вакуум-сушильные шкафы; вазелиновое масло, пленки полистирола, полимерные материалы различного назначения (для строительства, тароупаковочные, для пищевой промышленности и водоснабжения), различные полимеры (полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полиметилметакрилат и др.), дистиллированная вода, четыреххлористый углерод, различные по химической природе органические растворители и пластификаторы.

3. Обработка экспериментальных результатов проводится на персональных компьютерах.